

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平9-186102

(43) 公開日 平成9年(1997)7月15日

JC903 U.S. PTO
09/657055
09/07/00

(51) Int.Cl. ⁶	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
H 0 1 L 21/28	3 0 1		H 0 1 L 21/28	3 0 1 R
				L
21/768			21/90	C

審査請求 未請求 請求項の数9 F D (全 7 頁)

(21) 出願番号 特願平8-337496

(22) 出願日 平成8年(1996)12月2日

(31) 優先権主張番号 1 9 9 5 P 4 8 3 2 7

(32) 優先日 1995年12月11日

(33) 優先権主張国 韓国 (K R)

(71) 出願人 390019839

三星電子株式会社

大韓民国京畿道水原市八達区梅灘洞416

(72) 発明者 朴 炳律

大韓民国ソウル特別市江南区驛三 2 洞765

-15番地青光住宅力棟202-1号

(72) 発明者 金 亨燮

大韓民国ソウル特別市銅雀区上道 2 洞184

-65番地大成多世帯302号

(72) 発明者 河 定▲旻▼

大韓民国ソウル特別市江南区大峙洞銀馬ア

パート316番地15棟205号

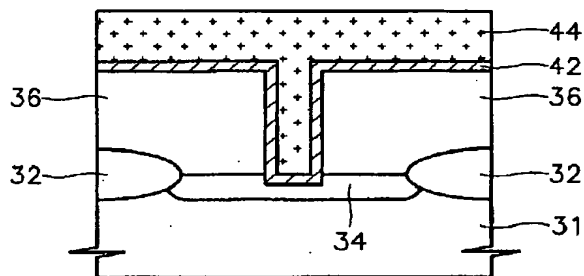
(74) 代理人 弁理士 服部 雅紀

(54) 【発明の名称】 半導体装置の製造方法

(57) 【要約】

【課題】 なめらかな表面を有するタングステン窒化薄膜を用いる半導体装置の製造方法を提供する。

【解決手段】 本発明の半導体装置の製造方法によれば、半導体基板31上にコンタクトホールを有する絶縁膜36を形成する段階と、基板31の全面にプラズマ処理を施す段階と、プラズマ処理された基板31の全面にタングステン窒化薄膜42を蒸着する段階とを備える。これにより、プラズマ処理により表面がなめらかなタングステン窒化薄膜42を形成することができ、前記タングステン窒化薄膜42上に形成される金属配線層44の段差塗布性を改善して信頼性のある半導体装置の製造が可能になる。



【特許請求の範囲】

【請求項 1】 半導体基板上にコンタクトホールを有する絶縁膜を形成する段階と、
結果物の全面にプラズマ処理を施す段階と、
前記プラズマ処理された半導体基板の全面にタングステン窒化薄膜を蒸着する段階とを含めてなることを特徴とする半導体装置の製造方法。

【請求項 2】 前記タングステン窒化薄膜は低圧化学気相蒸着法で形成されることを特徴とする請求項 1 に記載の半導体装置の製造方法。

【請求項 3】 前記タングステン窒化薄膜は、反応ガスとして WF₆、NH₃、及び H₂ ガスを用いて蒸着されることを特徴とする請求項 1 に記載の半導体装置の製造方法。

【請求項 4】 前記タングステン窒化薄膜は 0.01 ~ 1 Torr の圧力及び 200 ~ 700 °C の温度で形成されることを特徴とする請求項 1 に記載の半導体装置の製造方法。

【請求項 5】 前記プラズマ処理は不活性ガスを用いる RF プラズマまたは ECR プラズマにより行われることを特徴とする請求項 1 に記載の半導体装置の製造方法。

【請求項 6】 前記タングステン窒化薄膜を形成する段階の以後、前記タングステン窒化薄膜上に誘電膜及び導電膜を順次に蒸着してキャパシタを形成する段階をさらに備えることを特徴とする請求項 1 に記載の半導体装置の製造方法。

【請求項 7】 前記誘電膜は Ta₂O₅、BaSrTiO₃、及び SrTiO₃ からなる群から選ばれたいずれか一つで形成されることを特徴とする請求項 6 に記載の半導体装置の製造方法。

【請求項 8】 前記タングステン窒化薄膜を形成する段階の以後、前記タングステン窒化薄膜上に金属薄膜を蒸着して金属配線を形成する段階をさらに備えることを特徴とする請求項 1 に記載の半導体装置の製造方法。

【請求項 9】 前記金属薄膜はアルミニウム、タングステン、モリブデン、コバルト、チタン、銅及びプラチナの純金属と、これらのシリサイド化合物と、これらの合金とからなる群から選ばれたいずれか一つで形成されることを特徴とする請求項 8 に記載の半導体装置の製造方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は半導体装置の製造方法に係り、特になめらかな表面を有するタングステン窒化薄膜を用いる半導体装置の製造方法に関する。

【0002】

【従来の技術】 一般に半導体装置の速度、収率及び信頼性を決めるとき、金属配線の形成方法が重要な要因となるため、金属配線の形成方法は半導体製造工程において最も重要な位置を占めている。従来、集積度の低い半導

体装置において、金属配線の段差塗布性はあまり問題とならなかった。しかしながら、最近では半導体装置の高集積化により、コンタクトホールの直径はハーフミクロンまで小さくなり、半導体基板に形成された不純物の注入領域は非常に浅くなった。したがって、従来のアルミニウムを用いて配線を形成する方法は、1 μm 以下のコンタクトホールを埋め込むことが困難であり、かつ、ボイド (void) が形成されて素子の信頼性を低下させる。

【0003】 前記信頼性を向上させるため、金属配線層としてアルミニウムをシリコンで過飽和させた Al-1%Si を用い、金属配線層とシリコン基板との反応による Al スパイクや Si 残留物または Si ノジュールの形成を防止するため、金属配線層とシリコン基板または絶縁層の間に障壁金属層を形成することが提案された。図 1 は従来の技術による半導体装置の金属配線の形成方法を説明するための断面図である。

【0004】 図 1 において、半導体基板 2 にフィールド絶縁膜 3 を形成して活性領域を限定する。前記活性領域のうち、ソース/ドレイン領域となる不純物拡散領域 4 を形成した後、前記不純物拡散領域 4 の表面の一部を露出させるコンタクトホール (開口部) を有する絶縁層 6 を形成する。ここで、MOS 構造でゲート電極の構造に対しては図示しない。前記障壁金属層は、前記コンタクトホールの側面、コンタクトホールにより露出された前記不純物拡散領域 4 及び前記絶縁層 6 の上にスパッタリング方法により形成され、これは Ti 層 8 と TiN 層 10 で構成される。そして、前記 TiN 層 10 の上にコンタクトホール埋め込むアルミニウム層 12 で構成される金属配線層を形成して半導体装置の金属配線を完成する。

【0005】

【発明が解決しようとする課題】 上述したように、従来の金属配線の形成方法において、前記障壁金属層はスパッタリング方法により形成される。前記スパッタリング方法により形成される障壁金属層の段差塗布性は、コンタクトホールのアスペクト比が増えるにつれて不良になる。このように段差塗布性が劣化すると、図 1 に示されたようにボイド 14 が形成される。これにより、後に続いて形成される金属配線層が短絡したり、半導体素子の信頼性が低下する。

【0006】 さらに、従来の障壁金属層として用いられる TiN 膜は柱状構造を有するので、障壁の役割に問題があり、膜構造を補強するための後に続く熱処理工程を必ず行うべき問題がある。したがって、本発明の目的は上述した従来の方法の問題点を解決することのできる半導体装置の製造方法を提供するにある。

【0007】

【課題を解決するための手段】 前記目的を達成するため本発明は、半導体基板上にコンタクトホールを有する絶縁膜を形成する段階と、前記結果物の全面にプラズマ

処理を施す段階と、前記プラズマ処理された半導体基板の全面にタングステン窒化薄膜を蒸着する段階とを含めてなることを特徴とする半導体装置の製造方法を提供する。

【0008】前記タングステン窒化薄膜は低圧化学気相蒸着法(LPCVD)で形成されることが望ましい。前記タングステン窒化薄膜は、反応ガスとしてWF₆、NH₃及びH₂、ガスをを用いて蒸着されることが望ましく、前記プラズマ処理は不活性ガスをを用いるRF(radio-frequency)プラズマまたはECR(electron-cyclotron-resonance)プラズマにより行われることが望ましい。本発明によれば、プラズマ処理により滑らかな表面を有するタングステン窒化薄膜を形成することにより、前記タングステン窒化薄膜上に形成される金属配線層の段差塗布性を改善して信頼性のある半導体装置を製造することができる。

【0009】

【発明の実施の形態】以下、添付した図面に基づき本発明の実施の形態を詳しく説明する。まず、本発明は従来とは異なり障壁金属層としてタングステン窒化薄膜を用いる。ここで、タングステン窒化薄膜の形成方法を説明する。図2は本発明のタングステン窒化薄膜を蒸着するための低圧化学気相蒸着(LPCVD)反応室の断面図である。

【0010】図2を参照すれば、反応室のシャワーヘッド21の部位にウェーハ23を加熱するためのIRランプ25が取り付けられている。反応室内で水平に流れる反応ガスのWF₆、NH₃と、反応室内で垂直に流れるキャリアガスのH₂またはArは、ウェーハ23の上で反応することにより、本発明のタングステン窒化薄膜が蒸着される。かつ、膜の均一性を向上させるため、ウェーハ23を分当たり10回以上回転させ、反応室内に存する残留物の影響を最小とするため、反応室内の真空度を10⁻⁶torr以下として反応ガスを注入する。

【0011】本発明における蒸着条件は0.01~1torrの圧力、望ましくは0.1torrの圧力及び200~700℃の温度、望ましくは600℃の温度で蒸着することである。この際、NH₃/WF₆ガスの流動比は0.5~100、望ましくは4であり、H₂/WF₆ガスの流動比は0~500、望ましくは37である。

【0012】特に、障壁特性を向上させるため、タングステン窒化薄膜を蒸着する前にウェーハの全面にプラズマ処理を行えるプラズマ発生装置27が備えられている。前プラズマ処理は不活性ガス、例えば、Ar、H₂、N₂、Heなどを用いるRFプラズマまたはECRプラズマであり、この処理は、20~500Wの電力、望ましくは100W、0.01~1torrの圧力、望ましくは0.1torr、及び200~700℃の温度、望ましくは600℃で行われる。

【0013】図3及び図4はそれぞれ従来の技術及び本

発明の一例によるタングステン窒化薄膜を蒸着した後のSEM写真の比較例である。具体的に、図3はシリコン基板上にコンタクトホール形成された絶縁膜を形成した後、タングステン窒化薄膜を形成する状態を示す。図4はシリコン基板上にコンタクトホール形成された絶縁膜を形成した後、RFプラズマ処理を行い、タングステン窒化薄膜を形成する状態を示す。

【0014】前記図3及び図4を比べると、図3のタングステン窒化膜は、非常に大きいグレイン及び粗い表面を有する。しかしながら、図4の本発明によるタングステン窒化膜は、小さいグレイン、なめらかな表面及び優れる段差塗布性を有する。その上、絶縁膜とタングステン窒化薄膜との密着性も良好である。図5及び図6はそれぞれ従来の技術及び本発明の他の例によるタングステン窒化薄膜を蒸着した後のSEM写真の比較例である。

【0015】具体的に、図5はシリコン基板上にポリシリコン膜パターンを形成した後、シリコン基板の全面にタングステン窒化薄膜を形成する状態を示す。図6はシリコン基板上にポリシリコン膜パターンを形成した後、ECRプラズマ処理を施して基板の全面にタングステン窒化薄膜を形成する状態を示す。前記図5及び図6を比べると、図5のタングステン窒化膜は、非常に大きいグレイン及び粗い表面を有する。しかしながら、図6の本発明によるタングステン窒化膜は、小さいグレイン、なめらかな表面及び優れる段差塗布性を有する。その上、絶縁膜とタングステン窒化薄膜との密着性も良好である。

【0016】図4及び図6に示されたように、本発明によるタングステン窒化薄膜は、プラズマ処理された絶縁膜、シリコン基板及びポリシリコン膜パターン上で形成されてなめらかな表面及び優れる密着性を有する。図7乃至図9は本発明のタングステン窒化薄膜を用いる半導体装置の金属配線形成方法を説明するための断面図である。

【0017】図7を参照すれば、基板31の上にフィールド絶縁膜32を形成して活性領域を限定する。次いで、活性領域の一部に不純物拡散領域34を形成した後、前記不純物拡散領域34が形成されたシリコン基板31の上に、絶縁膜36、例えばシリコン酸化膜を500~2000Åの厚さで形成する。引き続き、写真食刻工程で前記絶縁膜36を乾式食刻してコンタクトホール38を形成する。その後、前記絶縁膜36が形成された半導体基板31の全面にプラズマ処理40を施す。前記プラズマ処理40は、不活性ガス、例えば、Ar、H₂、N₂、Heなどを用いるRFプラズマまたはECRプラズマで行われる。

【0018】図8において、前記絶縁膜36が形成された基板の全面にタングステン窒化薄膜42を障壁層として形成する。前記タングステン窒化薄膜42は前記図4及び図6に示されたようにプラズマ処理により表面がな

めらかに蒸着されて障壁特性を向上させ、絶縁膜36との密着特性も向上される。図9を参照すれば、前記タングステン窒化薄膜42の上に金属配線層44を形成して半導体装置の金属配線を完成する。この際、前記金属配線層44を構成する物質としては、Al、W、Mo、Co、Ti、Cu、Ptなどのような純金属、これらのシリサイド化合物及びこれらの合金からなる群から選ばれたいずれか一つを用いることが望ましい。前記金属配線層44をタングステンにて蒸着する場合には、同一のチャンバーで連続的に蒸着することができる。

【0019】さらに、前記タングステン窒化薄膜を形成する段階の以後、前記タングステン窒化薄膜上に誘電膜及び導電膜を順次に蒸着してキャパシタを形成する段階をさらに備えてもよい。前記誘電膜は、 Ta_2O_5 、 $BaSrTiO_3$ 、及び $SrTiO_3$ からなる群から選ばれたいずれか一つで形成されることができる。

【0020】

【発明の効果】したがって、上述したように本発明によれば、プラズマ処理された半導体基板上になめらかな表面及び優れた段差塗布性を有するタングステン窒化薄膜を形成することができる。このように段差塗布性の良いタングステン窒化薄膜上に金属配線層を形成することにより、金属配線層の短絡を防止することができ、半導体装置の信頼性を向上させることもできる。

【0021】以上、本発明の具体的な実施例を説明したが、本発明は前記実施例に限るものでなく、当業者が有する通常の知識の範囲内でその変形や改良が可能である。

【図面の簡単な説明】

【図1】従来の技術による半導体装置の金属配線形成方法を説明するための断面図である。

【図2】本発明のタングステン窒化薄膜を蒸着するため*

*の反応室の断面図である。

【図3】従来の技術によるタングステン窒化薄膜を蒸着した後の金属組織を示すSEM写真である。

【図4】本発明の一例によるタングステン窒化薄膜を蒸着した後の金属組織を示すSEM写真である。

【図5】従来の技術によるタングステン窒化薄膜を蒸着した後の金属組織を示すSEM写真である。

【図6】本発明の他の一例によるタングステン窒化薄膜を蒸着した後の金属組織を示すSEM写真である。

10 【図7】本発明のタングステン窒化薄膜を用いる半導体装置の金属配線の形成方法を説明するための断面図である。

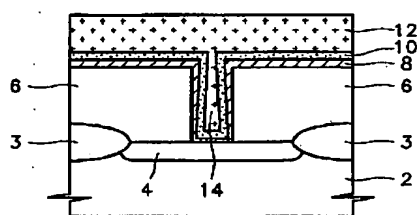
【図8】本発明のタングステン窒化薄膜を用いる半導体装置の金属配線の形成方法を説明するための断面図である。

【図9】本発明のタングステン窒化薄膜を用いる半導体装置の金属配線の形成方法を説明するための断面図である。

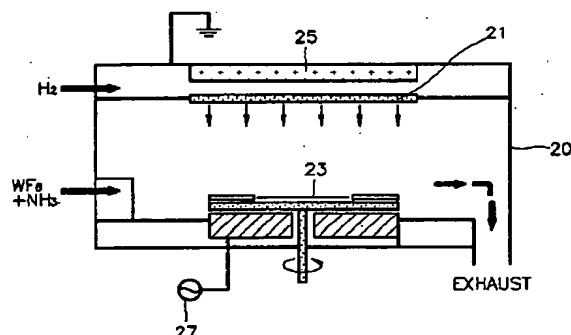
【符号の説明】

21	シャワーヘッド
23	ウェーハ
25	IRランプ
27	プラズマ発生装置
31	基板
32	フィールド絶縁膜
34	不純物拡散領域
36	絶縁膜
38	コンタクトホール
40	プラズマ処理
42	タングステン窒化薄膜
44	金属配線層

【図1】

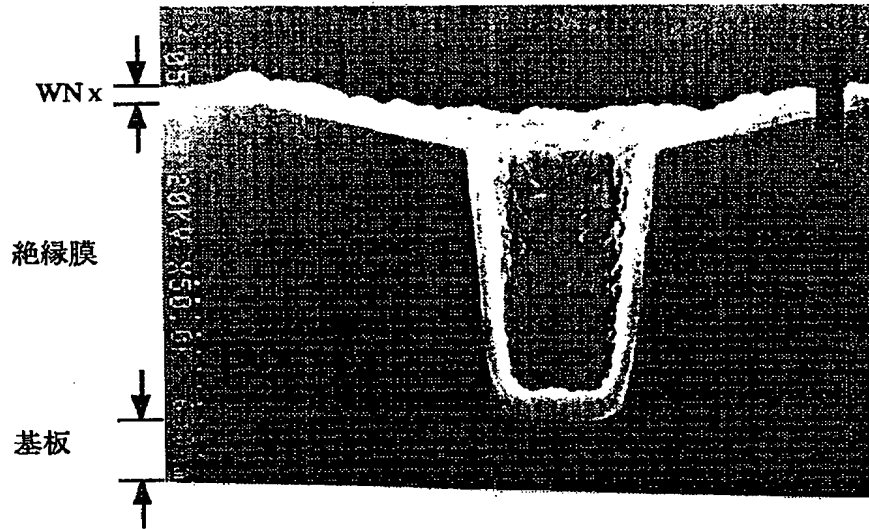


【図2】



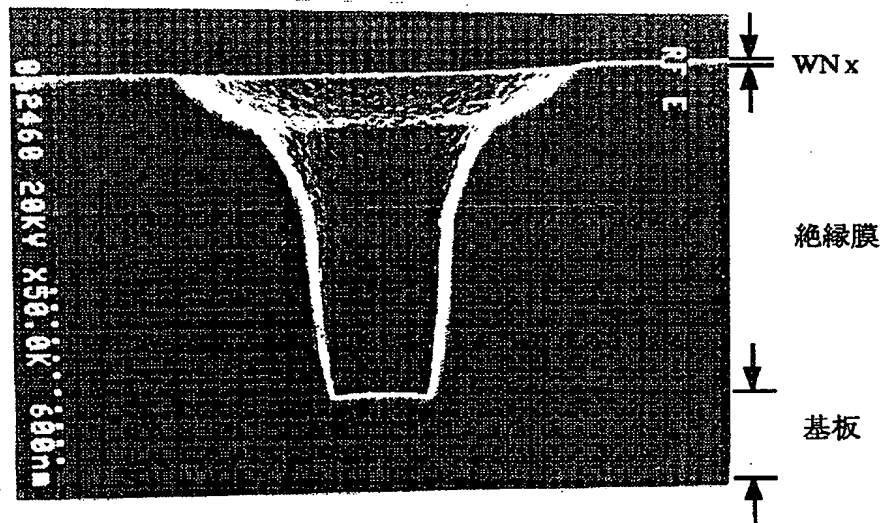
【図3】

図面代用写真



【図4】

図面代用写真



【図5】

図面代用写真

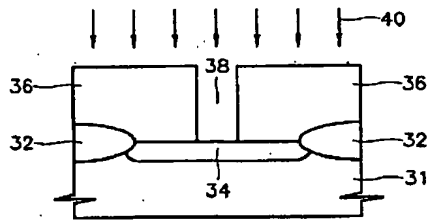


【図6】

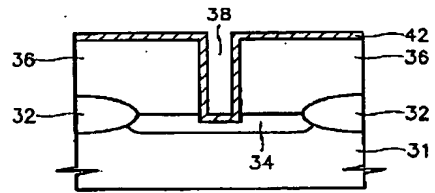
図面代用写真



【図7】



【図8】



【図9】

